

Fontenay-aux-Roses, le 21 juillet 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2016-00248

Objet : Site AREVA de Romans-sur-Isère (INB n° 63 et 98)
Aléa sismique retenu pour le « noyau dur »
Évaluation de l'étude complémentaire d'AREVA

Réf. :

1. Lettre CODEP-DRC-2015-0099 du 20 mars 2015
2. Lettre CODEP-DRC-2015-002308 du 6 mars 2015

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur l'étude complémentaire relative à l'aléa sismique « noyau dur¹ » pour le site AREVA de Romans-sur-Isère. L'ASN demande notamment à l'IRSN de préciser si les éléments présentés dans cette étude permettent de conforter le spectre probabiliste à 20 000 ans de période de retour défini par AREVA pour ce site.

1 CONTEXTE

Pour justifier le spectre du « séisme forfaitaire extrême » (SFE) retenu pour le « noyau dur » du site de Romans-sur-Isère, AREVA a transmis un dossier présentant notamment le spectre probabiliste de l'aléa sismique à 20 000 ans de période de retour. Après examen de ce dossier, l'IRSN a estimé que certaines hypothèses retenues par AREVA dans son étude probabiliste étaient insuffisamment justifiées et que cette étude nécessitait d'être révisée. L'ASN a alors demandé à AREVA, par lettre citée en seconde référence, de réaliser des études de sensibilité à certaines hypothèses retenues pour l'évaluation du spectre probabiliste et de réévaluer, le cas échéant, le spectre SFE.

Dans l'étude complémentaire transmise en mars 2015, AREVA a réalisé des études de sensibilité à certaines hypothèses (magnitude maximale, équations prédictives du mouvement sismique, zonages sismotectoniques) et, sur cette base, a présenté une nouvelle estimation du spectre probabiliste à 20 000 ans de période de retour. AREVA conclut que cette nouvelle estimation ne remet pas en cause le spectre SFE proposé initialement.

Adresse courrier
BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

¹ Noyau dur : ensemble de dispositions matérielles et organisationnelles robustes visant à prévenir les accidents ou à en limiter la progression, à limiter les rejets radioactifs massifs et à permettre à l'exploitant de gérer la situation de crise associée.

Afin de répondre à la demande de l'ASN, l'IRSN a évalué cette étude complémentaire, en particulier pour ce qui concerne :

- les éléments justifiant la valeur de la borne inférieure de la magnitude maximale retenue par AREVA dans l'étude probabiliste initiale ;
- l'étude de sensibilité sur la distribution de la magnitude maximale ;
- les études de sensibilité portant sur les équations prédictives du mouvement sismique et sur les zonages sismotectoniques.

2 NOUVELLES HYPOTHESES PRESENTEES PAR AREVA

2.1 MAGNITUDES MAXIMALES

La construction d'un spectre probabiliste nécessite l'évaluation du taux de sismicité pour des séismes plus forts et plus rares que ceux observés sur la période de temps correspondant aux catalogues historiques ainsi que la détermination de la magnitude du séisme maximum possible (M_{max}) qui constitue la limite d'extrapolation (au-delà le taux de sismicité est nul). La valeur de M_{max} a une forte influence sur les résultats des calculs d'évaluation probabiliste de l'aléa sismique (PSHA) pour des mouvements sismiques ayant une période de retour élevée, ce qui est le cas pour les séismes retenus pour le dimensionnement des « noyaux durs » : une distribution de probabilité dans un intervalle [$M_{max_{min}}$ - $M_{max_{max}}$] de valeurs possibles est définie pour tenir compte des incertitudes inhérentes à l'estimation de cette magnitude.

À cet égard, l'IRSN avait considéré que les estimations d'AREVA relatives à la borne inférieure ($M_{max_{min}}$) de cet intervalle n'apparaissaient pas adaptées, s'agissant d'un site situé en bordure des Alpes, et qu'elles reflétaient l'utilisation de zones sismotectoniques trop réduites pour contenir une information pertinente sur la magnitude M_{max} . Dans son étude complémentaire, AREVA présente, pour justifier la borne inférieure $M_{max_{min}}$ retenue initialement, une nouvelle analyse fondée sur la comparaison des déformations de la croûte terrestre estimées à partir de données géodésiques et sismologiques régionales. Enfin, AREVA présente une approche alternative pour l'estimation de la distribution des magnitudes M_{max} : la méthode statistique bayésienne de type EPRI².

L'IRSN estime que :

- l'exploitation de données géodésiques et sismologiques régionales réalisée par AREVA est intéressante. Toutefois, ces données ne sont pas exploitées de manière satisfaisante, notamment pour ce qui concerne les données utilisées et la prise en considération des incertitudes associées, ce qui peut de fait conduire à une sous-estimation de la M_{max} . En tout état de cause, l'approche proposée par AREVA ne permet pas de justifier la borne inférieure initialement choisie : son application à la zone du Vercors conduit en effet à des estimations de $M_{max_{min}}$ supérieures à celles retenues initialement. **Les éléments présentés ne permettent donc pas de justifier la borne inférieure de la magnitude maximale de l'étude initiale ;**

² Du nom du consortium d'exploitant nucléaire américain « EPRI » ayant introduit cette méthode.

- l'introduction d'une approche statistique bayésienne dans l'analyse probabiliste de l'aléa sismique est un point positif et permet d'élargir les zones considérées pour l'estimation de la magnitude maximale ; toutefois, l'adaptation proposée de la méthode bayésienne « EPRI » à l'échelle de l'Europe n'apparaît pas pertinente : il conviendrait en particulier, pour les zones « stables », d'utiliser les observations de sismicité mondiales pour déterminer la magnitude maximale et, pour les zones plus « actives », de privilégier les connaissances sur les failles. En tout état de cause, **les valeurs de magnitude maximale obtenues sont supérieures à celles initialement retenues par AREVA, notamment la borne inférieure de cette magnitude.**

En conclusion, l'IRSN constate que les compléments apportés ne permettent pas de justifier la magnitude maximale initialement retenue par AREVA. Par ailleurs, AREVA a présenté une étude de sensibilité du spectre probabiliste aux valeurs de borne inférieure $M_{\max_{\min}}$: cette étude montre qu'une augmentation de 0,5 à 1 unité de magnitude de la borne inférieure de la magnitude maximale conduit à des spectres probabilistes à 20 000 ans de période de retour dépassant le spectre SFE (de 6 % à 16 % selon la fréquence) ; cette étude n'appelle pas d'observation.

2.2 MOUVEMENT SISMIQUE

Les équations de prédiction du mouvement du sol (GMPE³) permettent d'estimer les spectres de réponse du mouvement du sol résultant d'un séisme de magnitude donnée survenant à une distance donnée du site. L'IRSN avait identifié des insuffisances dans la sélection des GMPEs par AREVA dans son étude initiale, notamment pour ce qui concerne la justification des équations retenues. Dans son étude complémentaire, AREVA présente une étude de sensibilité comparant des spectres obtenus pour de nouvelles GMPEs avec le spectre probabiliste résultant de l'étude initiale afin d'examiner la dispersion des niveaux d'accélération calculés.

L'IRSN estime que l'étude de sensibilité présentée par AREVA s'appuie sur un jeu d'équations de prédiction du mouvement sismique adapté. L'utilisation de cette nouvelle sélection d'équations conduit à une majoration, pour les hautes fréquences, du spectre probabiliste à 20 000 ans de période de retour. **Ceci est de nature à remettre en cause le spectre SFE proposé par AREVA.**

2.3 SOURCES SISMIQUES

Dans son étude initiale, AREVA avait retenu trois zonages sismotectoniques pour définir les sources sismiques à utiliser dans le calcul probabiliste. L'IRSN avait estimé qu'il était nécessaire d'élargir la sélection des zonages pour inclure des hypothèses alternatives publiées concernant les limites de zone.

Dans son étude complémentaire, AREVA présente deux études de sensibilité :

- la première compare le spectre de l'étude initiale à celui obtenu en ajoutant un quatrième zonage. L'IRSN constate que l'utilisation de zonages alternatifs tels que ceux considérant des zones sismotectoniques alpines plus étendues à proximité directe du site entraîne une majoration du spectre probabiliste à 20 000 ans de période de retour, **ce qui est de nature à remettre en cause le spectre SFE proposé par AREVA ;**

³ GMPE : Ground Motion Prediction Equations

- la seconde retient une approche alternative aux zonages : le lissage. L'étude compare les spectres obtenus à partir des zonages de l'étude initiale aux spectres obtenus avec l'approche par lissage, en retenant différentes hypothèses sur les paramètres d'entrée. Cette comparaison montre que l'approche par lissage conduit à des spectres probabilistes présentant des accélérations plus faibles sur une large gamme de fréquence. L'IRSN estime qu'AREVA a insuffisamment justifié les choix des paramètres d'entrée de la méthode de lissage ayant une influence significative sur le résultat ; **ceci ne permet pas de conclure sur les résultats de cette étude.**

2.4 ÉQUATIONS DE CONVERSION DES MAGNITUDES

Le catalogue de sismicité constitue une donnée d'entrée de toute étude d'aléa sismique. Des équations de conversion sont nécessaires pour construire un catalogue uniforme en termes d'échelle de magnitude. Lors de l'examen de l'étude initiale d'AREVA, l'IRSN avait souligné le besoin de retenir des hypothèses alternatives d'équations de conversion des magnitudes. Dans son étude complémentaire, **AREVA n'a pas présenté d'étude de sensibilité portant sur les équations de conversion des magnitudes et plus généralement sur le catalogue de sismicité.**

2.5 SYNTHÈSE

Après examen des résultats des études de sensibilité présentées par AREVA, l'IRSN retient que :

- les nouvelles hypothèses en termes de zonages conduisent à une augmentation du spectre probabiliste à toutes les fréquences ;
- les nouvelles hypothèses en termes de magnitude maximale conduisent à une augmentation du spectre probabiliste à toutes les fréquences ;
- l'approche par lissage conduit à une diminution du spectre probabiliste à hautes fréquences ;
- la nouvelle sélection de GMPEs conduit à une diminution du spectre probabiliste à basses fréquences et à une augmentation à hautes fréquences.

L'IRSN souligne que plusieurs hypothèses nouvelles conduisent à un spectre probabiliste plus élevé avec, dans certains cas, un dépassement du spectre SFE du site de Romans-sur-Isère.

3 IMPACT SUR LE SPECTRE PROBABILISTE

Dans son étude complémentaire, AREVA a présenté un nouveau calcul probabiliste à 20 000 ans de période de retour sur la base des études de sensibilité précitées. L'arbre logique développé à cet effet comporte un zonage supplémentaire (zonage IRSN publié en 2013), une nouvelle sélection de GMPEs ainsi qu'une nouvelle branche mettant en œuvre la méthode de lissage (avec un poids de 30 % dans les calculs). De plus, des hypothèses alternatives sont ajoutées pour refléter l'incertitude sur la détermination des magnitudes maximales (avec un poids de 50 % pour les calculs fondés sur cette grandeur), en adoptant une méthode bayésienne de type EPRI et une distribution de magnitudes maximales reflétant l'avis des experts consultés dans le cadre du projet SHARE.

Le nouveau calcul du spectre probabiliste à 20 000 ans de période de retour conduit à des valeurs médianes d'accélération proches de celles du calcul initial, bien que légèrement supérieures dans la gamme de fréquences allant de 1 Hz à 10 Hz. **AREVA conclut que sa nouvelle évaluation du spectre probabiliste à 20 000 ans conforte son spectre SFE.**

L'IRSN considère que l'introduction d'hypothèses alternatives dans le nouvel arbre logique constitue une évolution satisfaisante, notamment pour ce qui concerne les zonages et les GMPEs. Cependant, il émet les réserves suivantes :

- le poids de 30 % attribué à l'approche par lissage apparaît trop important compte tenu du manque de justifications relatives aux paramètres d'entrée significatifs de cette approche ;
- le poids de 50 % affecté à la distribution de magnitudes maximales retenue par AREVA dans son étude initiale apparaît trop important dans la mesure où les études complémentaires ne permettent pas de conforter cette distribution ;
- plusieurs méthodes sont retenues pour estimer la magnitude maximale. Toutefois, ces différentes méthodes ne sont pas appliquées pour chaque zonage. Ceci n'est pas satisfaisant dans la mesure où le choix de la méthode utilisée pour estimer la magnitude maximale reflète différentes approches possibles (incrément forfaitaire, statistiques bayésiennes, différentes échelles spatiales d'analyse) et ne dépend pas du zonage sélectionné.

Ces réserves conduisent l'IRSN à estimer que le spectre probabiliste révisé reste sous-évalué au regard de l'objectif d'une période de retour de 20 000 ans.

4 CONCLUSION

Les éléments présentés par AREVA dans son étude complémentaire permettent d'estimer l'impact d'hypothèses alternatives concernant les paramètres majeurs d'une évaluation probabiliste d'aléa sismique. Les hypothèses considérées et les études de sensibilité associées sont globalement satisfaisantes pour ce qui concerne les zonages et les GMPEs. En revanche, celles relatives à la magnitude maximale et à l'approche par lissage ne sont pas satisfaisantes. Enfin, AREVA n'a pas présenté d'étude de sensibilité portant sur les équations de conversion des magnitudes.

L'IRSN constate que plusieurs hypothèses nouvelles de l'étude complémentaire réalisée par AREVA conduisent à une augmentation du spectre probabiliste initialement présenté, occasionnant dans certains cas un dépassement du spectre SFE proposé par AREVA pour le site de Romans-sur-Isère. Par ailleurs, l'IRSN souligne que les compléments apportés ne permettent pas de justifier la magnitude maximale retenue par AREVA, qui a une influence forte sur les résultats des calculs d'évaluation probabiliste de l'aléa sismique pour des mouvements sismiques ayant une période de retour élevée. Aussi, le calcul probabiliste de l'aléa sismique pour le site de Romans-sur-Isère mériterait d'être révisé pour s'appuyer sur des hypothèses mieux consolidées ; ceci conduirait toutefois à des débats d'experts inévitablement longs et nécessiterait de plus une cohérence avec les dispositions retenues pour les autres installations.

À cet égard, l'IRSN rappelle que le site de Romans-sur-Isère ne comporte que des installations mettant en œuvre des matières uranifères et que le spectre SFE proposé par AREVA permet d'ores et déjà de retenir un aléa nettement supérieur au séisme majoré de sécurité (SMS) du site, même s'il ne peut pas être démontré qu'il est enveloppé d'un séisme de période de retour de 20 000 ans. Aussi, ce spectre SFE pourrait être utilisé pour justifier les dispositions permettant de maîtriser les conséquences d'un événement extrême affectant ce site. En effet, compte tenu des matières mises en œuvre dans les installations nucléaires du site, l'enjeu prioritaire doit être d'étudier les moyens permettant d'éviter les rejets importants d'UF₆ ainsi que la survenue d'un accident de criticité et de limiter les rejets de poudres uranifères.

Pour le Directeur général et par délégation,
Sylvie CADET-MERCIER,
Directrice des systèmes, des nouveaux
réacteurs et des démarches de sûreté